



Aula 12 - Camada de Rede

Módulo de Internet das Coisas

- Prof^a. Nídia Glória da Silva Campos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





IA

Objetivos da Aula

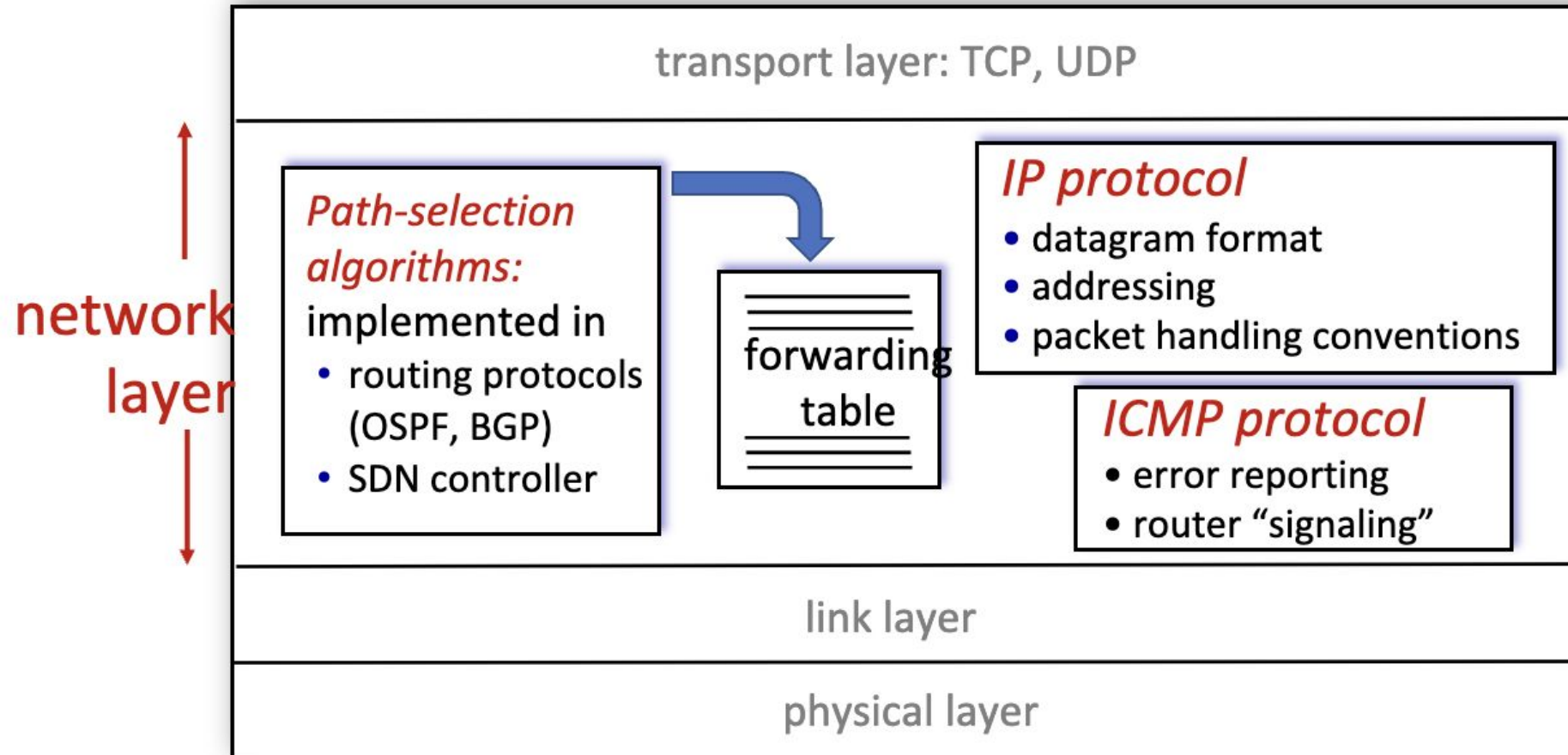
- Apresentar o endereçamento IPv4, DHCP, NAT
- Conhecer as principais características do IPv4 e IPv6
- Ter uma visão geral de RPL para LLN (Low power Lossy Network)
- Demo-Lab: Teste de conectividade: ping e traceroute
- Atv 07 - Laboratório: usando o traceroute



IA

Camada de Rede: Internet [1]

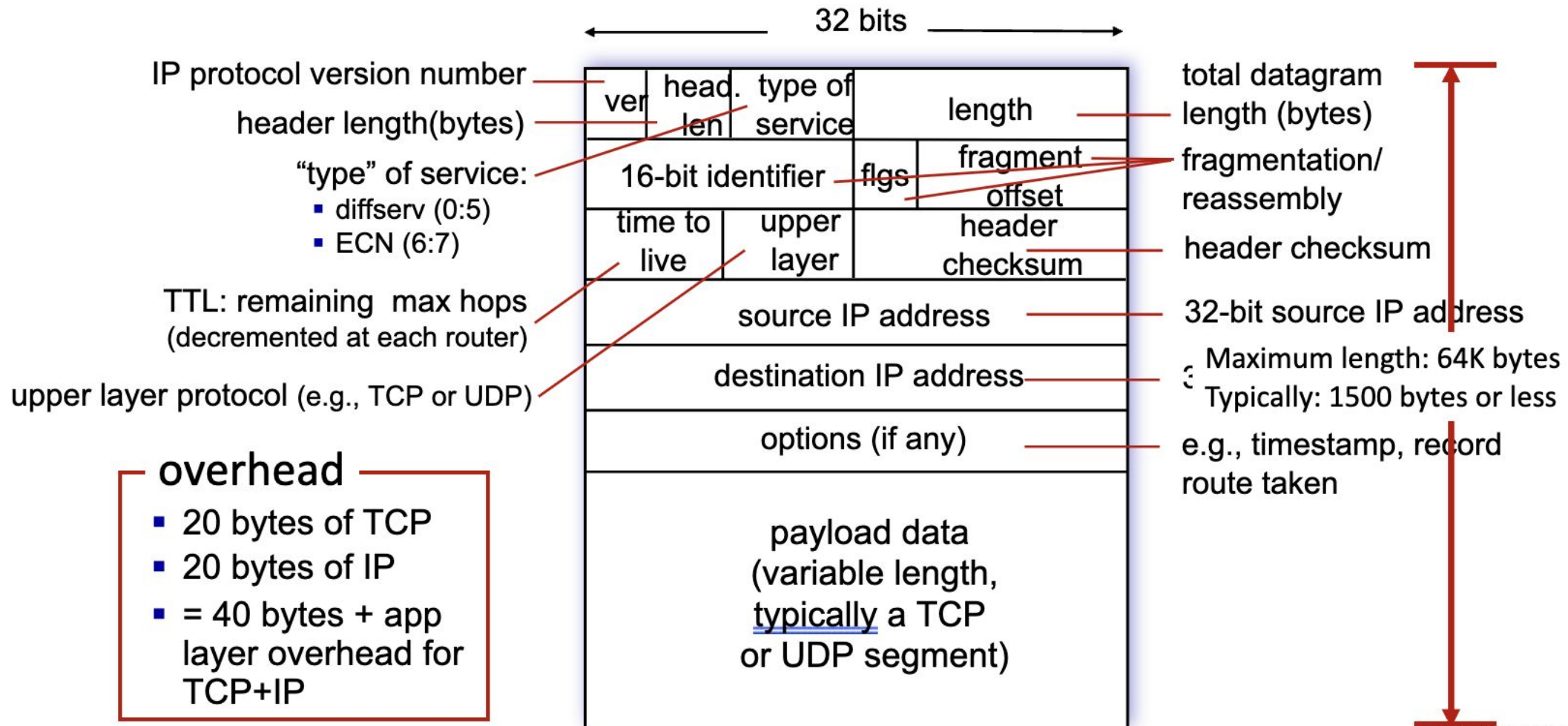
funções da camada de rede do roteador e host





IA

Formato do datagrama IPv4 [1]

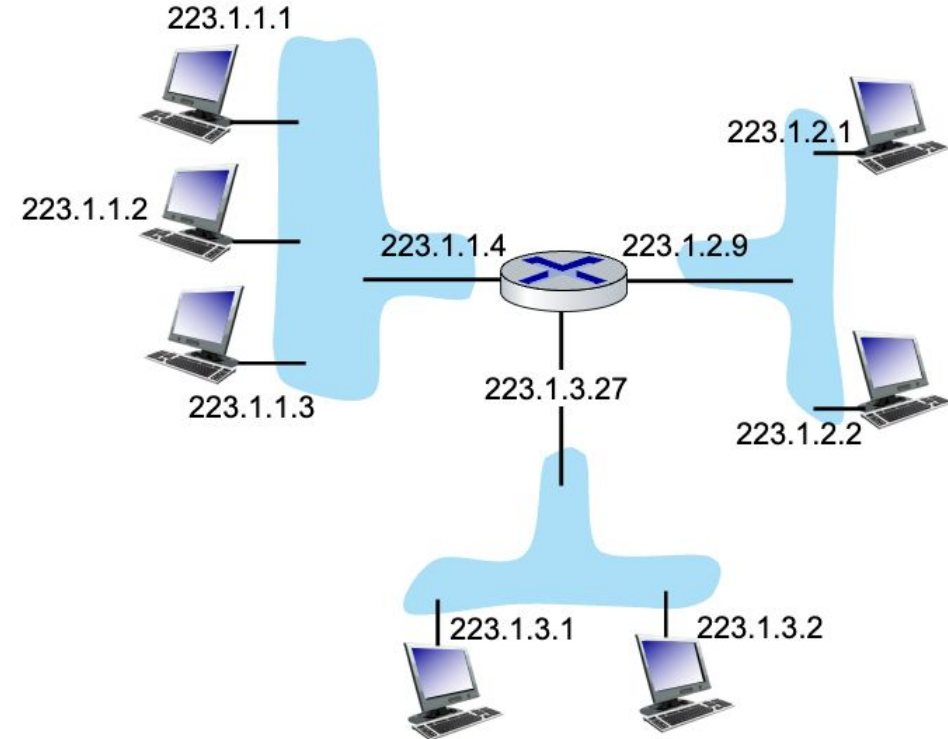




IA

Endereçamento IPv4 [1]

- **Endereço IP:** identificador de 32 bits associado a cada host ou cada interface de um roteador
 - notação binária
 - notação decimal
- **interface:** conexão entre host/roteador e camada física
 - roteador tem várias interfaces
 - o host possui uma ou duas interfaces (ex. Ethernet cabeada, wireless 802.11)



dotted-decimal IP address notation:

223.1.1.1 = 11011111 00000001 00000001 00000001

223 1 1 1

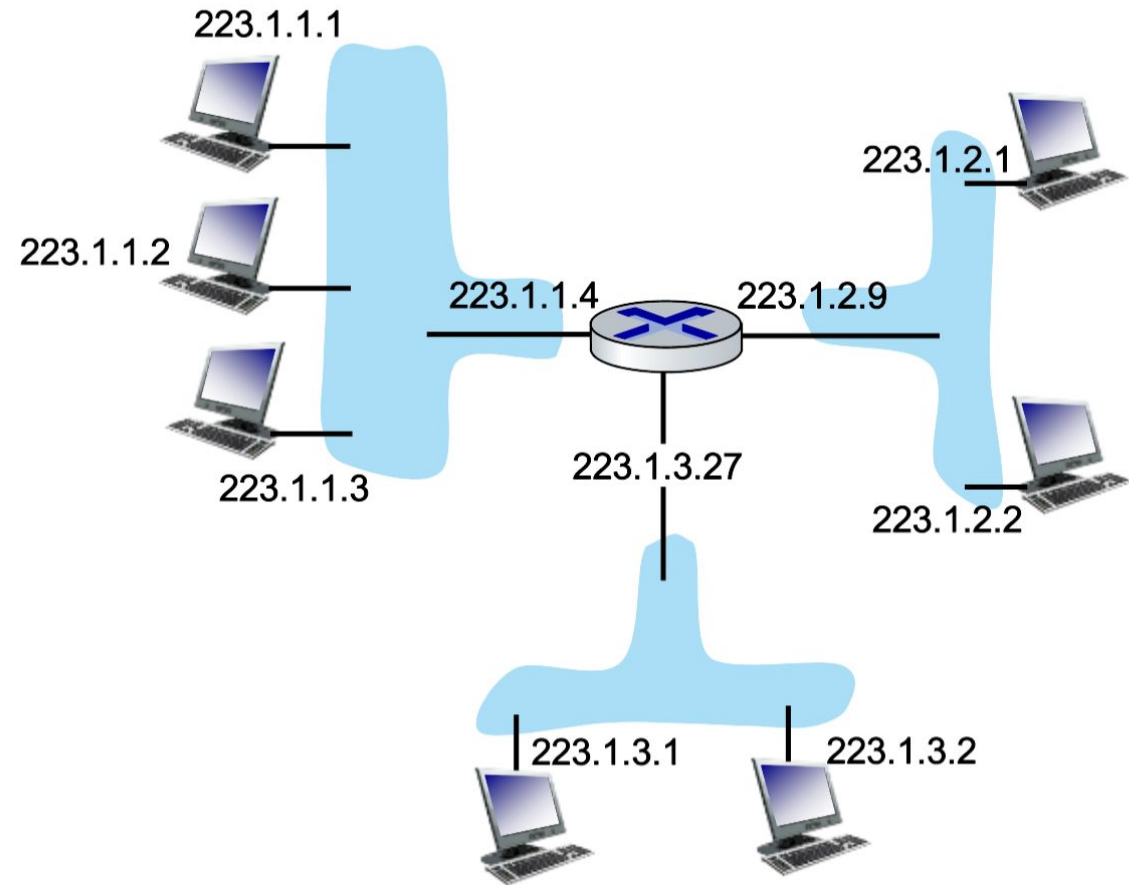


IA

Subredes [1]

O que é uma subrede?

- interfaces de dispositivos que podem alcançar fisicamente cada uma das outras **sem passar por um roteador**
- Endereços IP tem a estrutura:
 - **parte de subrede:** dispositivos na mesma subrede tem em comum os bits mais significativos
 - **parte de host:** restante dos bits menos significativos



Essa red consiste em 3 subredes

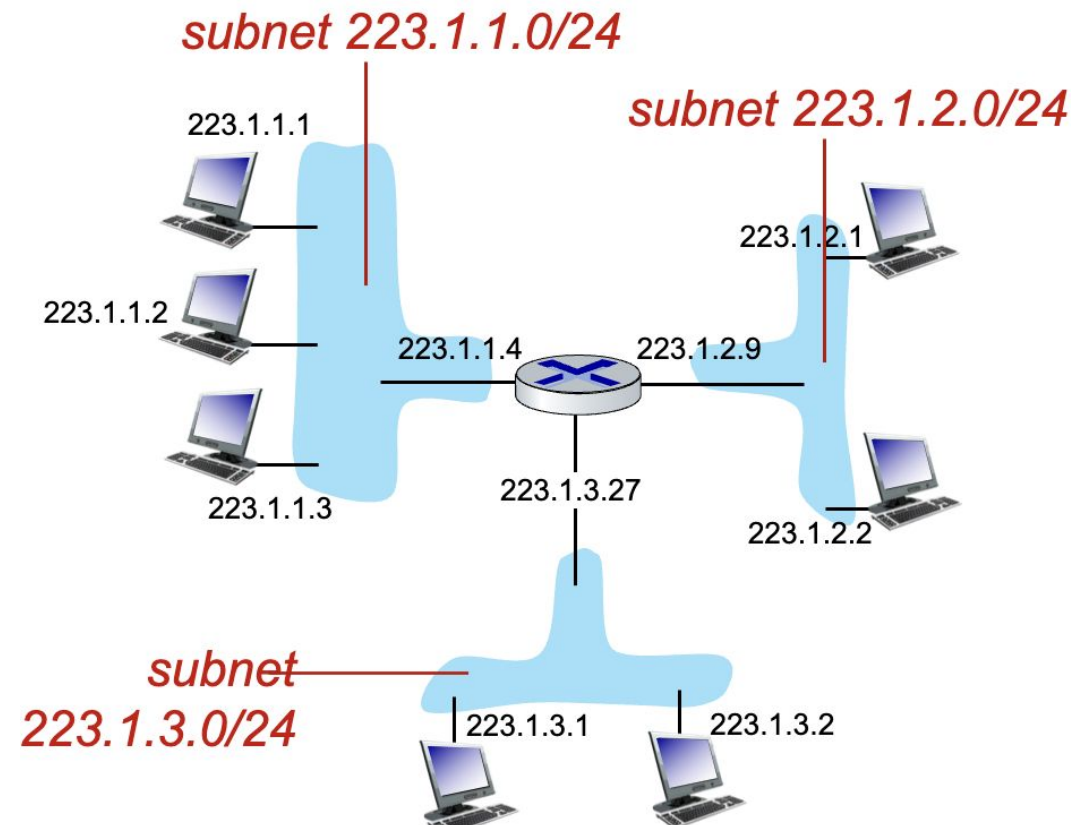


IA

Subredes [1]

Receita para definir subredes

- destaque cada interface a partir do host ou roteador, criando ilhas de redes isoladas
- cada rede isolada é chamada de **subrede**



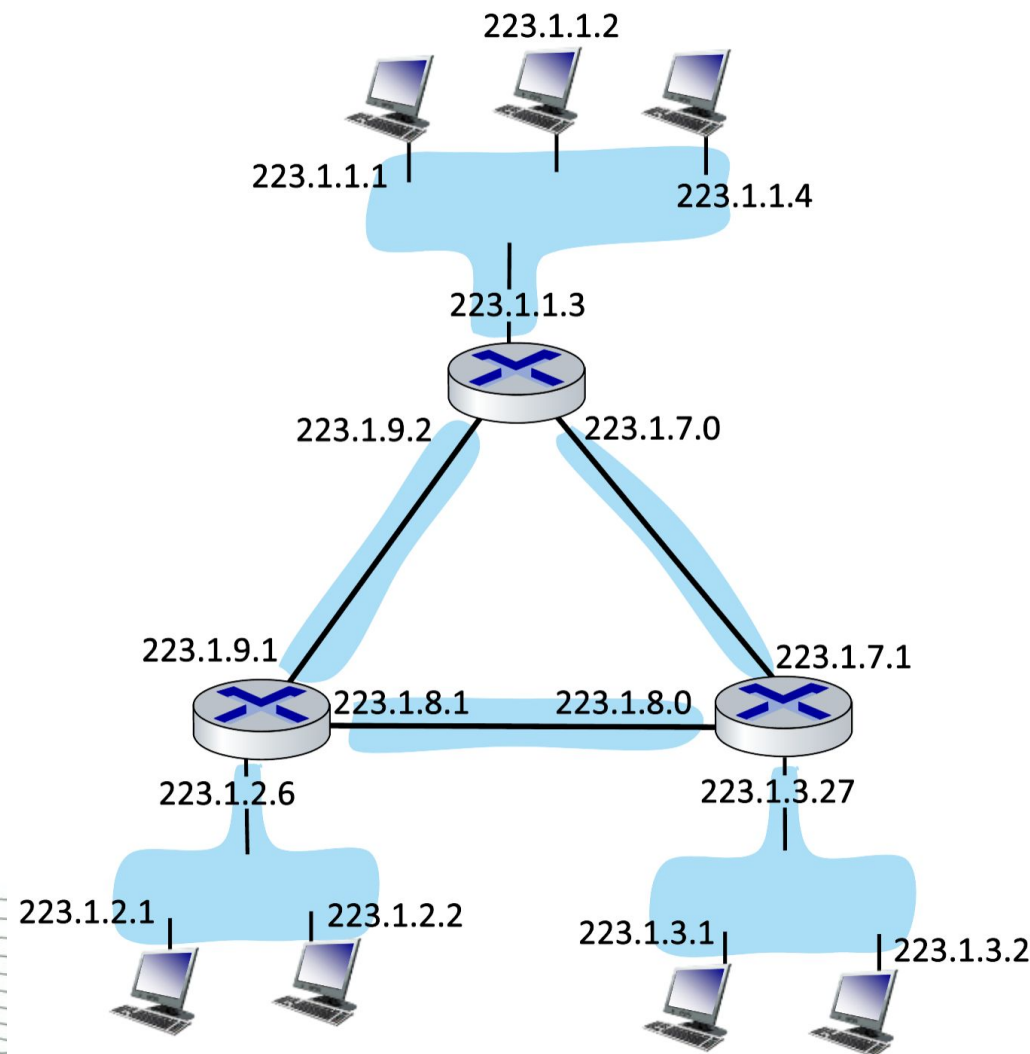
Máscara de subrede: /24
(24 bits mais significativo:
parte de subred do endereço IP)



IA

Subredes [1]

- onde estão as subredes?
- quais são os endereços das subredes /24?





CIDR: Classless InterDomain Routing

- porção da subrede de um endereço de tamanho arbitrário
- formato do endereço: **a.b.c.d/x**, onde **x** é o número de bits da parte de rede do endereço





IA

Endereços IP: como obter um? [1]

São exatamente duas perguntas:

1. Como um host obtém endereços IP na sua rede (a parte de host do endereço)?
2. Como a rede obtém o endereço IP para si (parte de rede do endereço)?

Como o host pega endereço IP?

- atribuído estaticamente pelo admin
- DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol: pega endereço IP dinamicamente do servidor
 - plug-and-play



IA

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol [1]

objetivo: host obter dinamicamente o endereço IP de um servidor da rede quando ele se juntar a rede

- pode renovar o empréstimo do endereço em uso
- permite o reuso dos endereços (só segura um endereço enquanto estiver conectado à rede)
- suporta usuários móveis que se juntam ou deixam a rede

Visão geral do DHCP

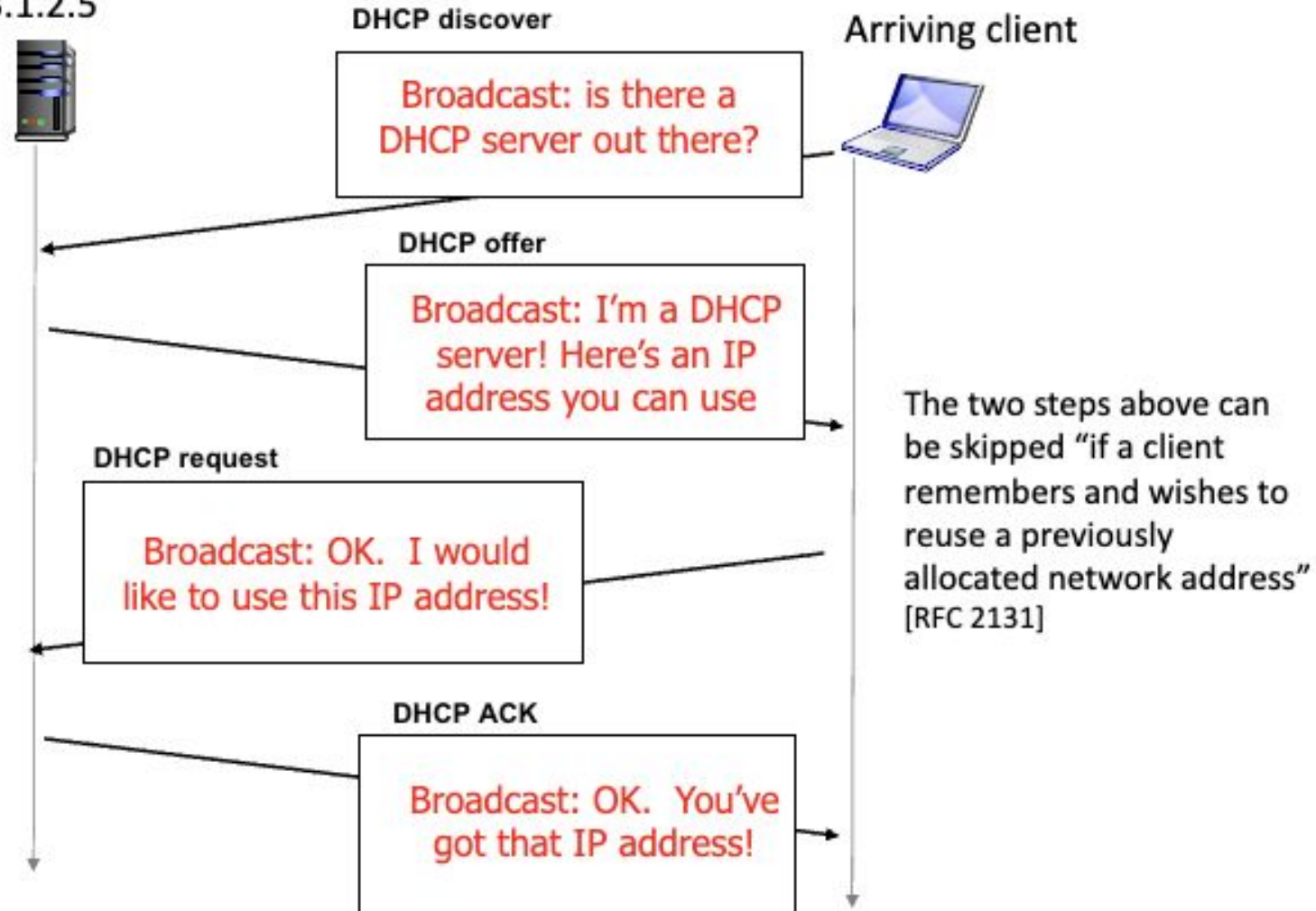
1. host difunde mensagem **DHCP discover**
2. o servidor DHCP responde com mensagem **DHCP offer**
3. host requisita o endereço IP: mensagem **DHCP request**
4. o servidor DHCP envia o endereço: mensagem **DHCP ack**



IA

Cenário cliente-servidor DHCP [1]

DHCP server: 223.1.2.5





IA

Endereços IP: como obter um? [1]

P: Como a rede obtém sua parte de rede do endereço?

R: pega a porção alocada do espaço de endereçamento seu provedor de Internet

ISP's block 11001000 00010111 00010000 00000000 200.23.16.0/20

ISP can then allocate out its address space in 8 blocks:

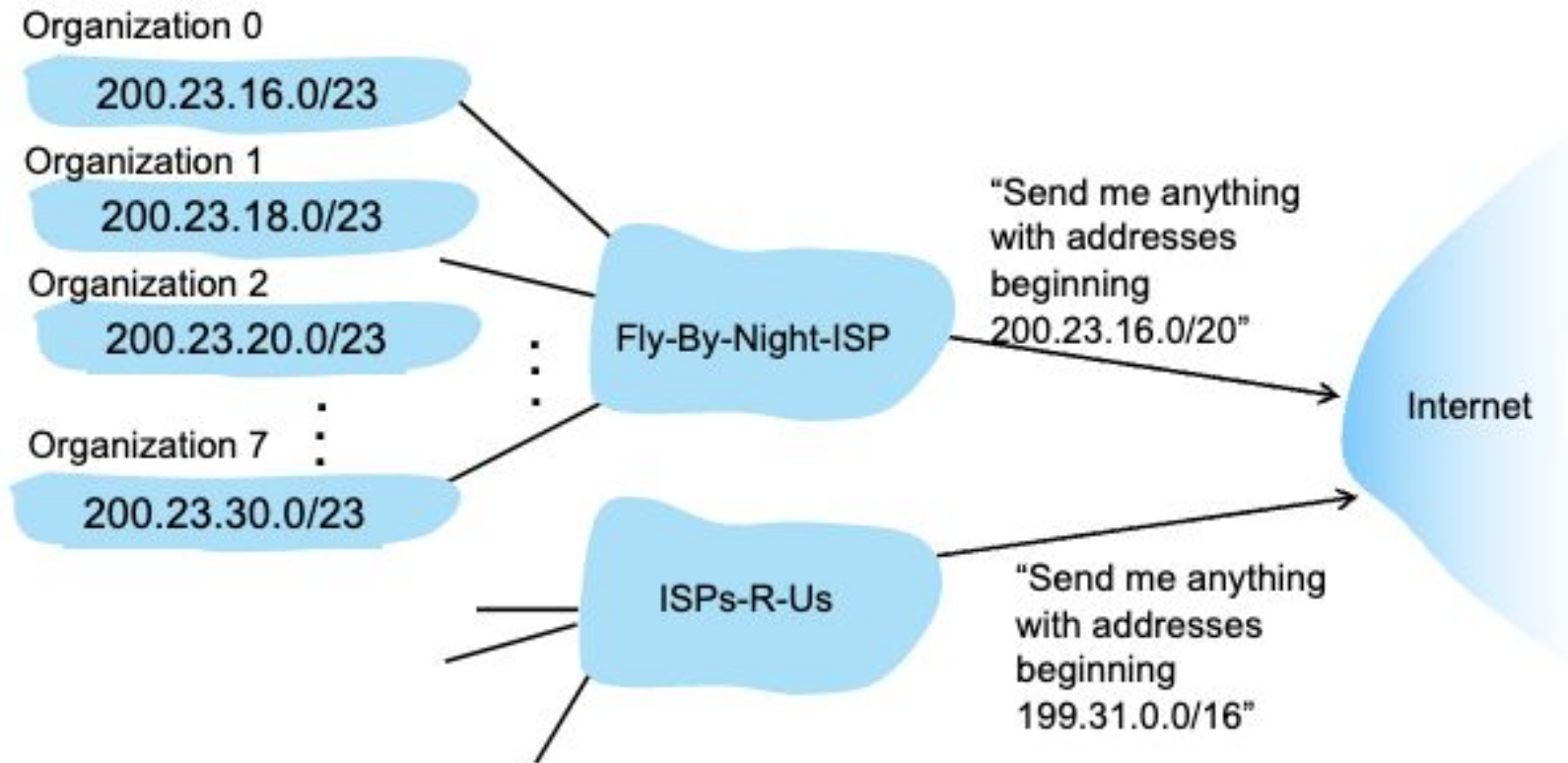
Organization 0	<u>11001000 00010111 00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Organization 1	<u>11001000 00010111 00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Organization 2	<u>11001000 00010111 00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...
Organization 7	<u>11001000 00010111 00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23



IA

Endereçamento hierárquico: agregação de rotas [1]

endereçamento hierárquico permite o anúncio eficiente de informação de roteamento





IA

Endereçamento IP: últimas palavras... [1]

P: Como um provedor de Internet obtém seu bloco de endereços?

R: **ICANN**: Internet Corporation Assigned Names and Numbers

<http://www.icann.org/>

- aloca endereços IP, através de 5 **regional registries (RR)** (os quais podem alocar em registries regionais)
- gerencia a zona raiz DNS, incluindo delegação do gerenciamento individual TLD (.com, .edu, ...)

P: existem endereços IP de 32 bits suficiente?

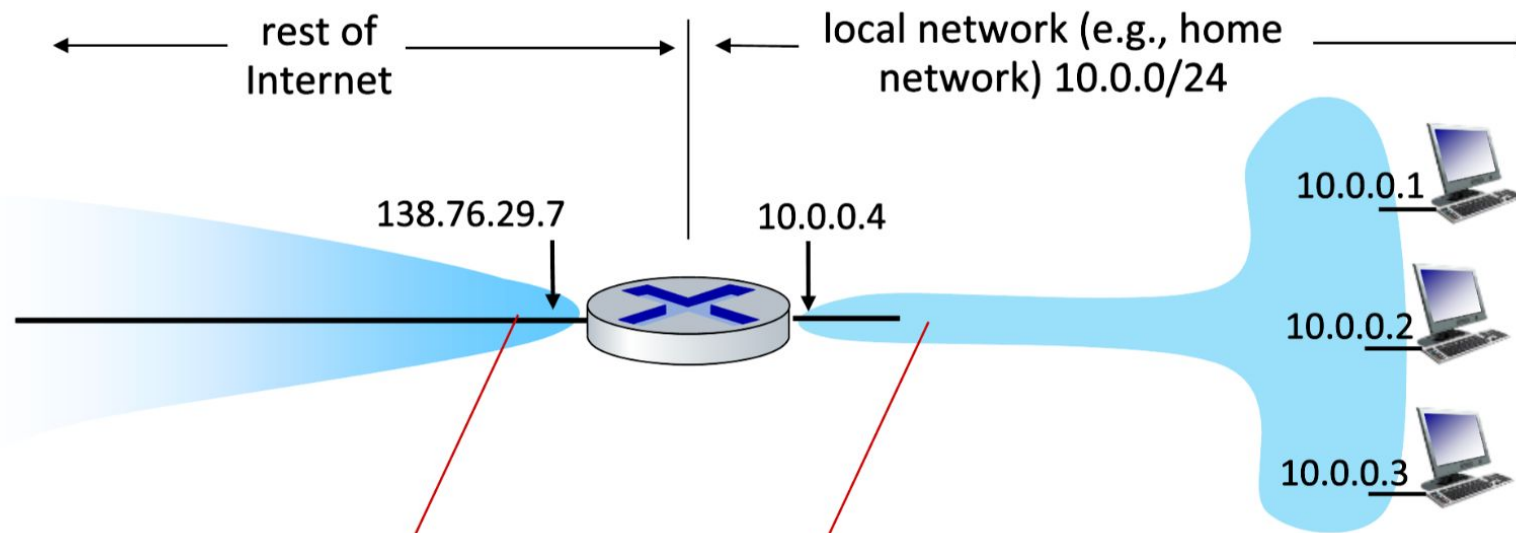
- ICANN alocou a última porção de endereços IPv4 aos RR em 2011
- NAT existe para ajudar na exaustão do espaço de endereços IPv4
- IPv6 tem um espaço de endereços de 128 bits



IA

NAT: network address translation [1]

NAT: todos os dispositivos na rede local compartilham apenas um endereço IPv4 usado para identificação na Internet



todos datagramas **saindo** da rede local tem o **mesmo** endereço IP NAT de origem: 138.76.29.7, mas números de porta origem diferente

datagramas como mesma origem ou destino nesta rede tem endereço de origem e destino 10.0.0/24 (em geral)

Netwo



IA

NAT: network address translation [1]

- todos dispositivos na rede local tem endereços de 32 bits do espaço de endereços IP privado (prefixos 10./8, 172.16./12, 192.168./16) que podem ser usados na rede local
- vantagens
 - apenas um endereço IP necessário do provedor para todos os dispositivos
 - pode mudar endereços de host na rede local sem notificar o mundo externo
 - pode mudar de provedor sem mudar os endereços dos dispositivos na rede local
 - segurança: dispositivos dentro da rede local não são endereçados visivelmente no mundo externo



IA

NAT: network address translation [1]

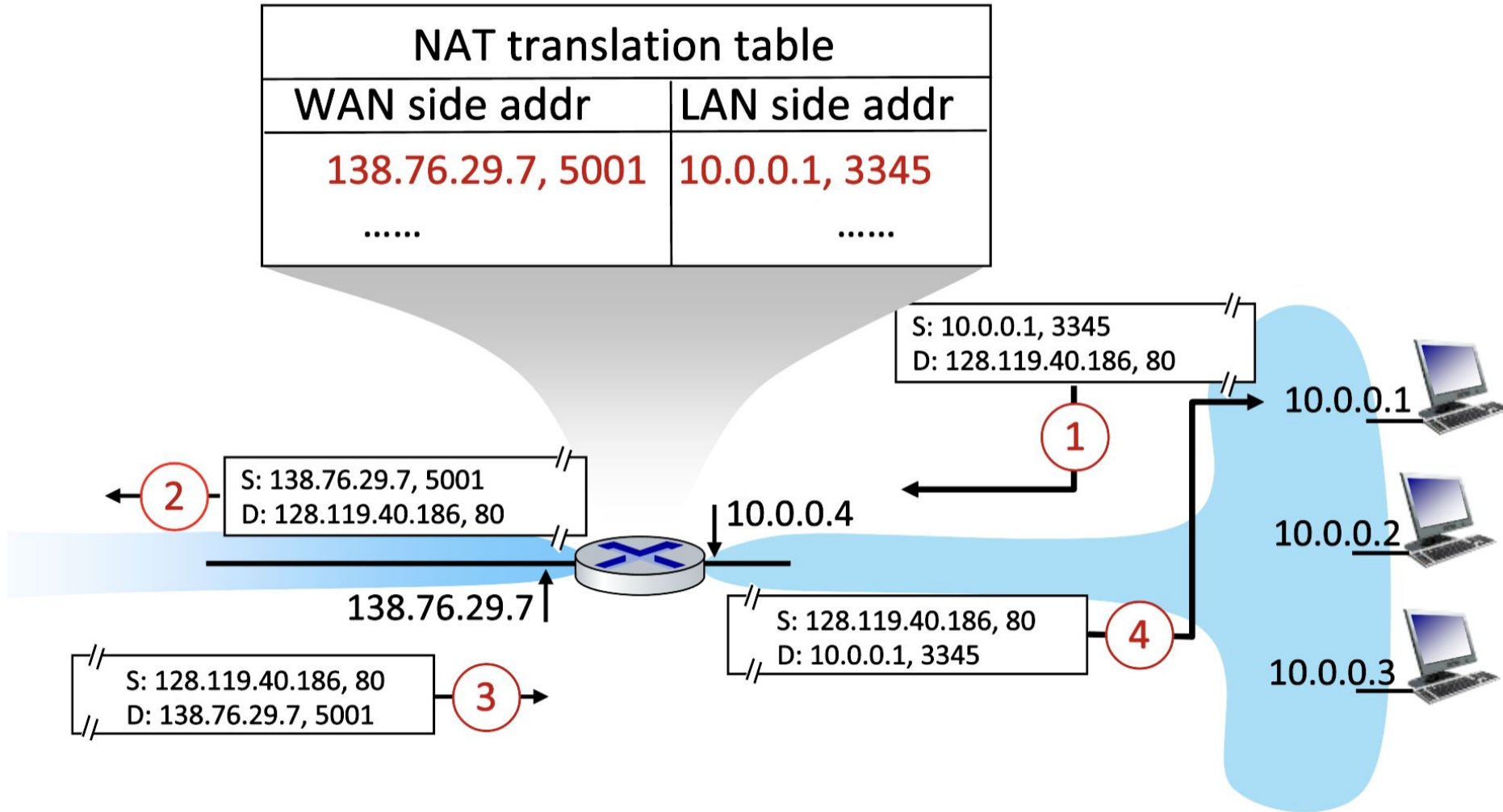
implementação: roteador NAT precisa (transparentemente):

- **datagramas de saída: trocar** (endereço IP, porta de origem) de cada datagrama que está saindo para (endereço IP, nova porta do NAT)
 - clientes/servidores remotos vão responder usando (endereço IP, nova porta do NAT) como endereço de destino
- **lembrar (na tabela de tradução NAT)** cada (endereço IP, porta de origem) para o par de tradução (endereço IP, nova porta do NAT)
- **datagramas de entrada: trocar** (endereço IP, nova porta do NAT) nos campos de destino de cada datagrama que está entrando na rede para seu correspondente (endereço IP, porta de origem) armazenado na tabela NAT



IA

NAT: network address translation [1]





IA

NAT: network address translation [1]

- NAT tem sido controverso
 - roteadores deveriam somente processar até a camada 3
 - a escassez de endereços deveria ser resolvido pelo IPv6
 - viola o argumento fim-a-fim (número de porta manipulado por um dispositivo da camada de rede)
 - NAT transversal: e se o cliente quiser se conectar a um servidor por trás da NAT?
- mas o NAT está aqui para ficar:
 - usado extensivamente em redes residenciais e institucionais, redes celular 4G/5G



IA

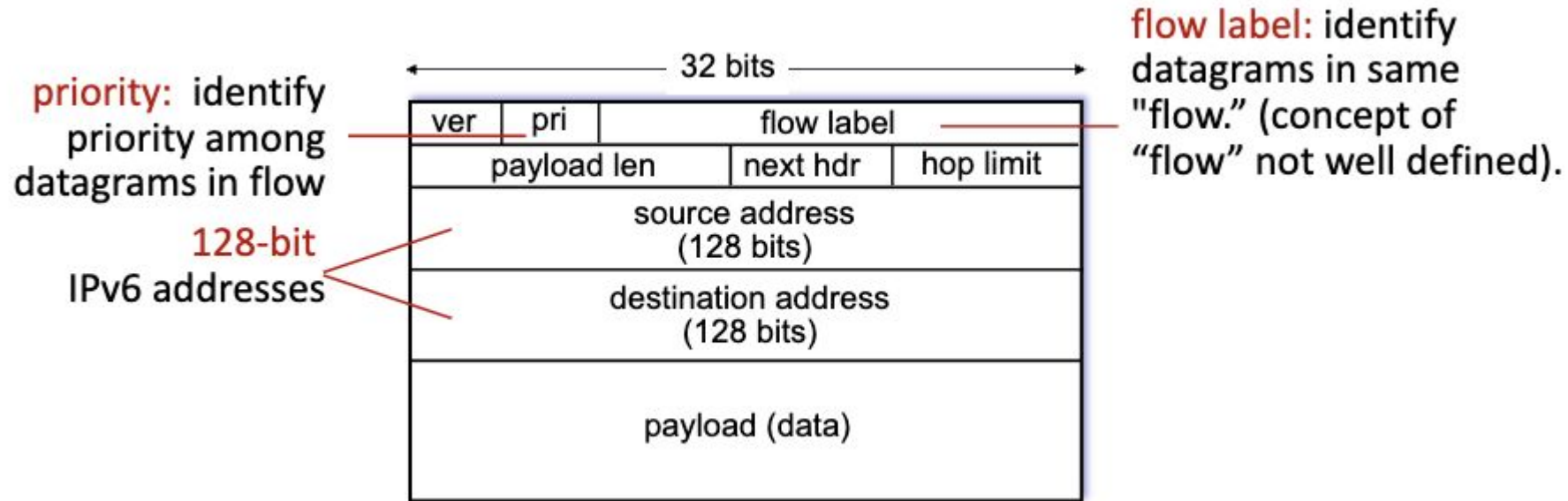
IPv6: motivação [1]

- motivação inicial: espaço de endereços IPv4 de 32 bits poderia ser completamente alocado
- motivação adicional:
- velocidade do encaminhamento: cabeçalho fixo em 40 bytes
- permite diferentes tratamentos da camada de rede aos fluxos de pacotes



IA

Formato do datagrama IPv6 [1]



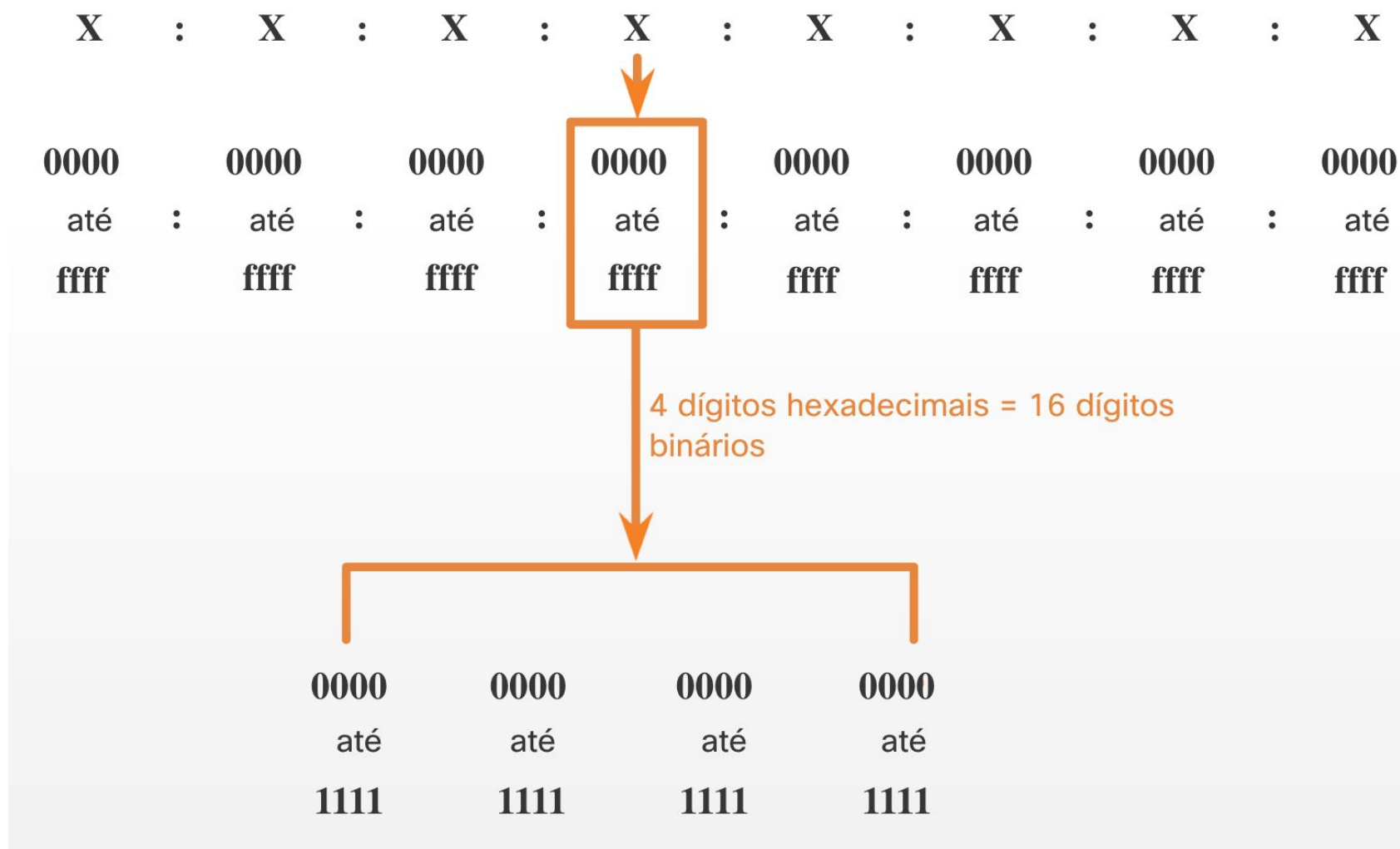
O que está faltando (comparado ao IPv4):

- sem checksum (para acelerar o processamento nos roteadores)
- sem fragmentação/reconstrução de pacotes
- sem campo options (disponível como uma camada superior, protocolo next-header no roteador)



IA

Estrutura do endereço IPv6 [3]





Regras de compactação

- omitir zeros à esquerda
- usar duplo dois-pontos :: para compactar hextetos zerados.

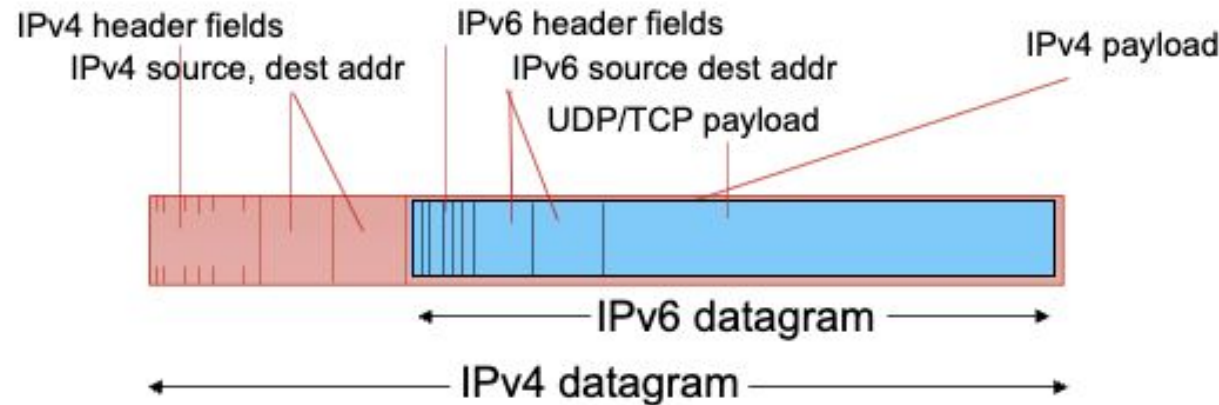
Formato preferencial	2001	0db8	0000	1234	5678	9101	1112	1113
Zeros à esquerda omitidos	2001	db8	0	1234	5678	9101	1112	1113
Formato compactado	2001:db8::1234:5678:9101:1112:1113							



IA

Transição do IPv4 para IPv6 [1]

- nem todos os roteadores podem ser atualizados simultaneamente
 - sem "flags days"
 - como a rede vai operar com roteadores IPv4 e IPv6 misturados/
- tunelamento: um datagrama IPv6 é carregado no payload de um datagrama IPv4 através de roteadores IPv4 ("pacote dentro de um pacote")
 - tunelamento usado extensivamente em outros contextos (4G/5G)

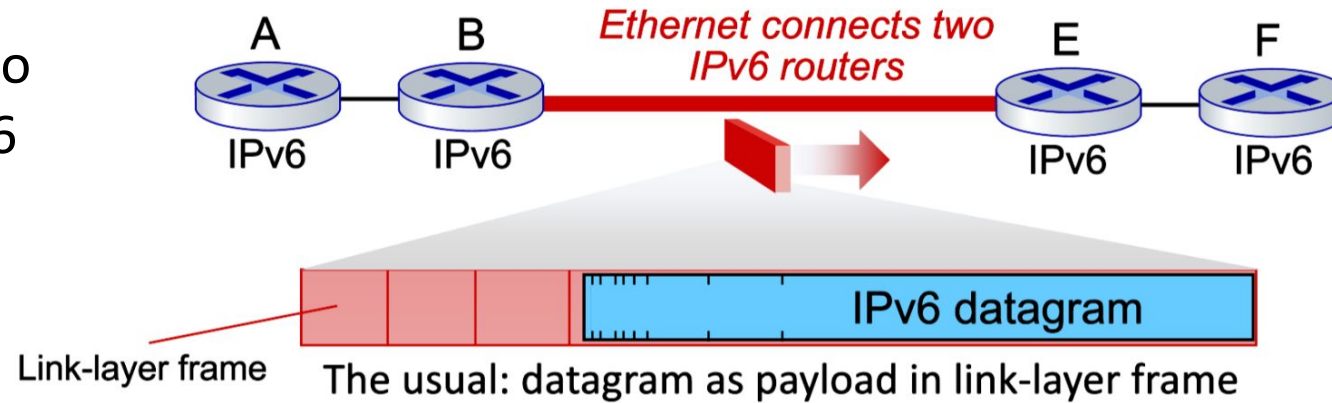




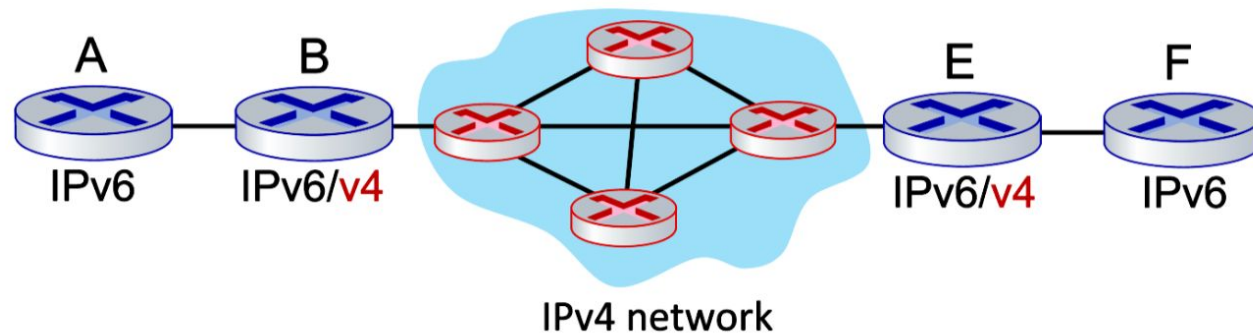
IA

Tunelamento e encapsulamento [1]

Ethernet conectando
dois roteadores IPv6



rede IPv4
conectando dois
roteadores IPv6

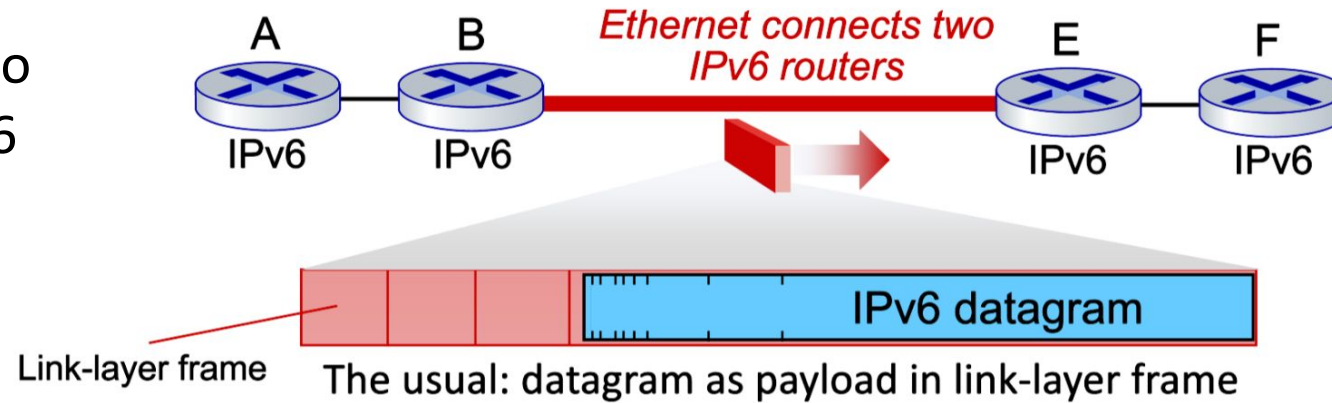




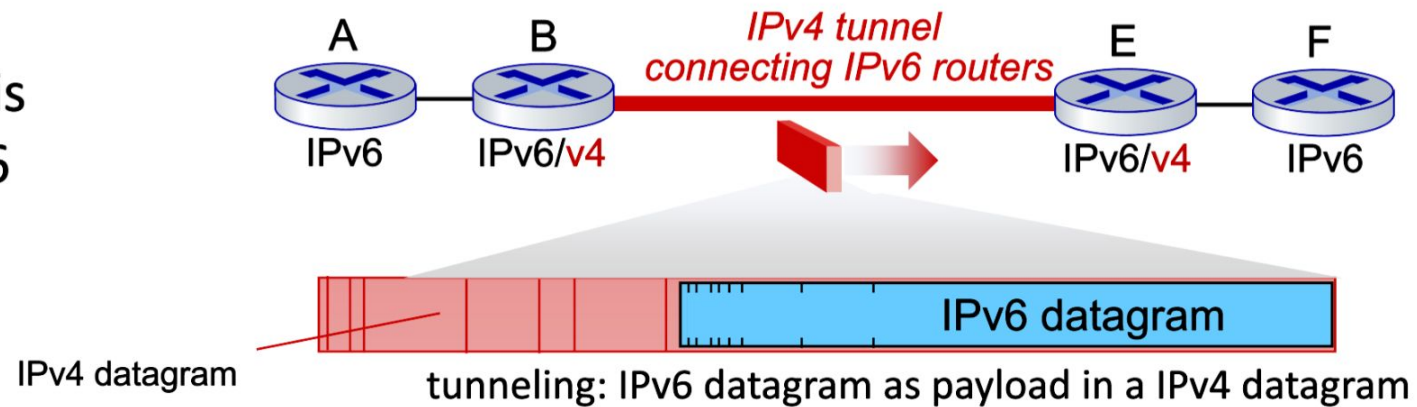
IA

Tunelamento e encapsulamento [1]

Ethernet conectando
dois roteadores IPv6



Túnel IPv4
conectando dois
roteadores IPv6





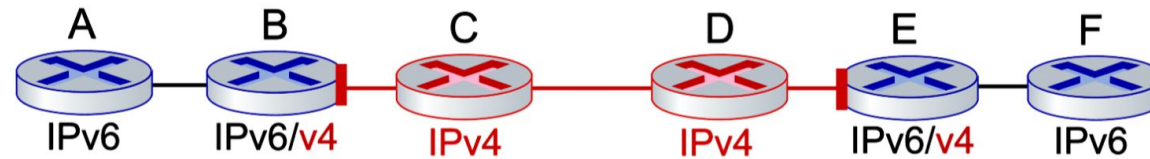
IA

Tunelamento [1]

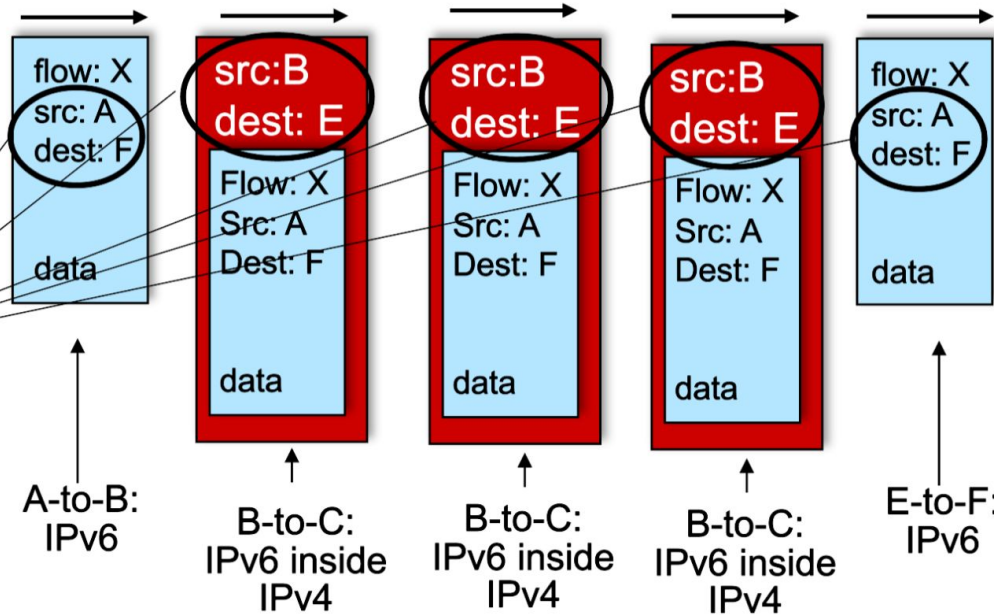
Visão lógica:



Visão física:



Note os
endereços IP de
origem e
destino!

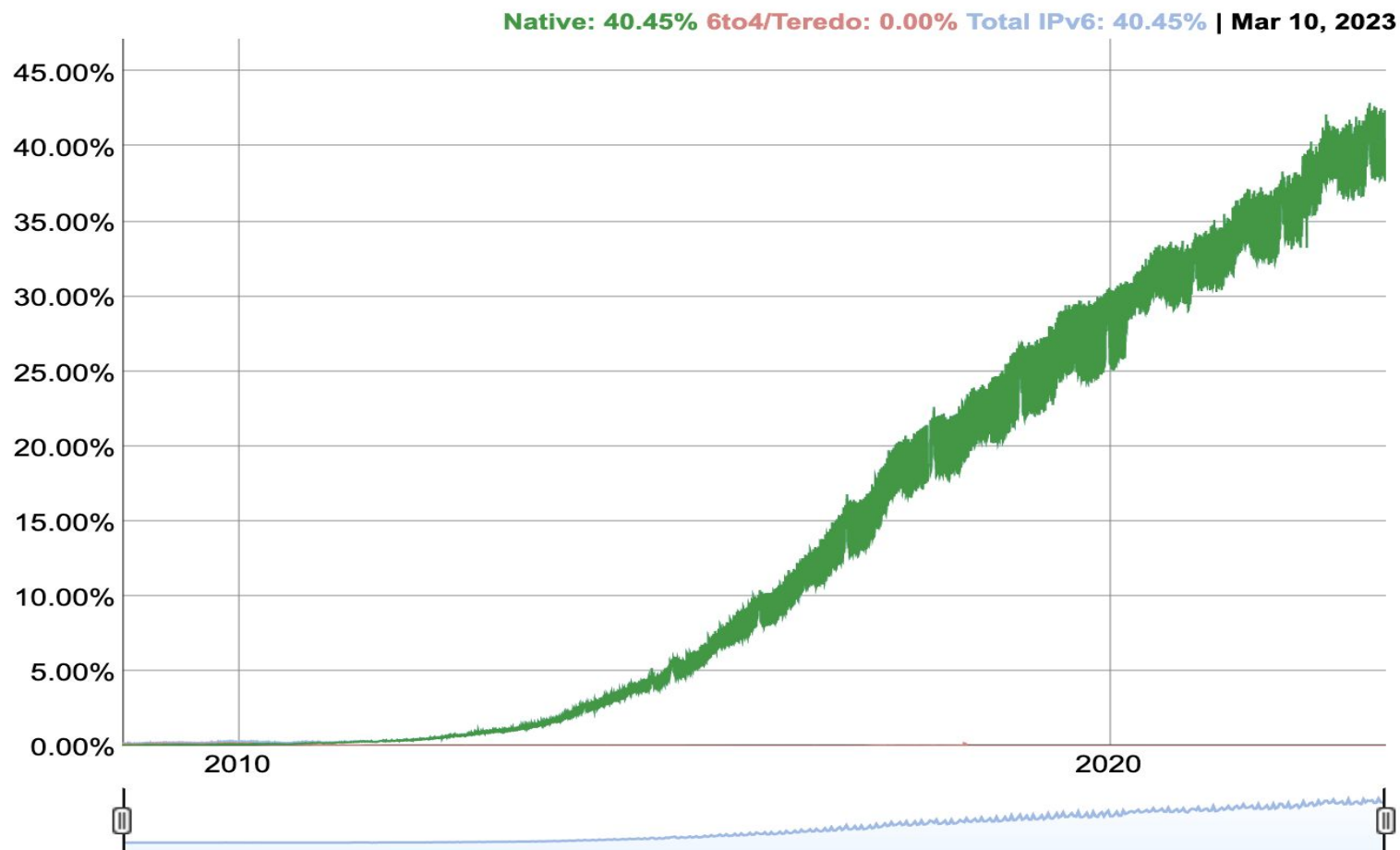




IA

IPv6: adoção [1]

- Google: 40% dos clientes acessam serviços via IPv6



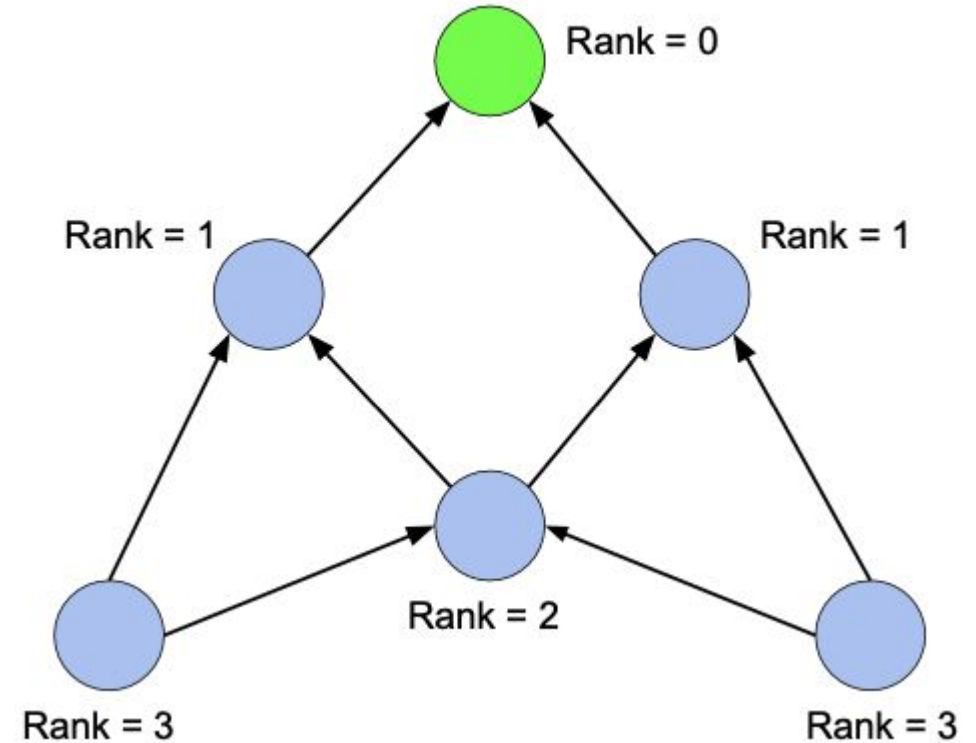
<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>



IA

Roteamento em LLN [2]

- LLN - Low Power Lossy Networks, ex. redes Wi-SUN
- RPL - Routing Protocol for LLNs para redes IPv6
- dispositivos IoT são conectados de maneira acíclica: DODAG - Destination-Oriented Directed Acyclic Graph
 - cada nó mantém a melhor rota para a raiz DODAG: uso da função objetivo (OF)
- usa quatro tipos de mensagens de controle para manter e atualizar rotas

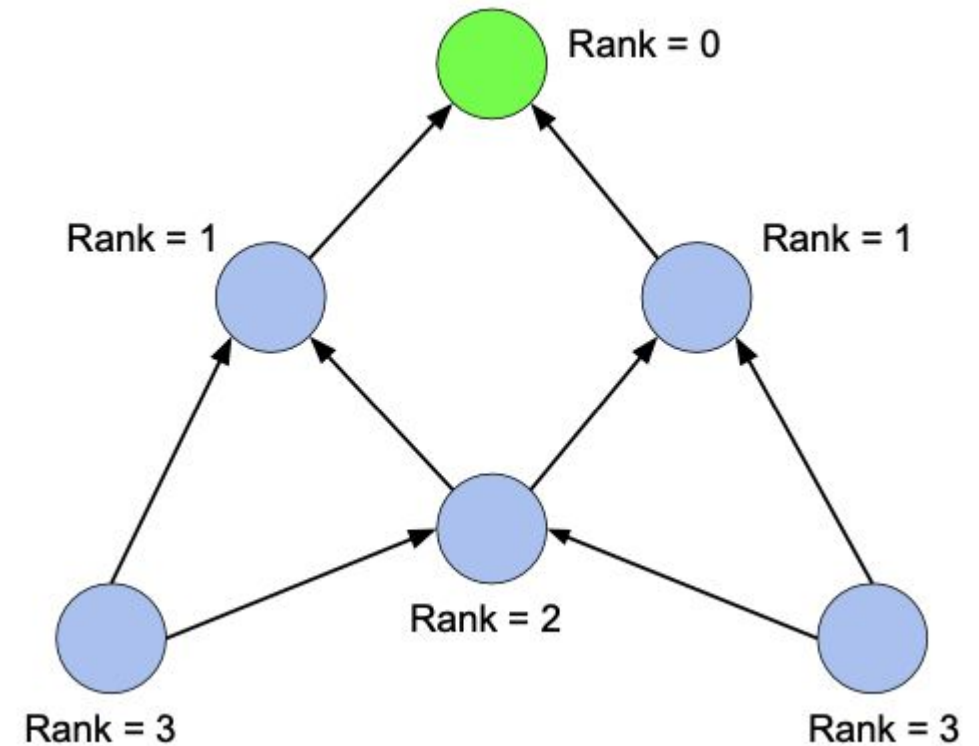




IA

RPL: roteamento em LLN [2]

1. a raiz anuncia informações sobre seu DODAG (de um único nó) para vizinhos alcançáveis
2. em cada nível da árvore de roteamento, os nós tomam decisões sobre rotas baseadas na OF
3. uma vez que um nó se junta ao DODAG, ele escolhe uma raiz como seu pai e calcula seu rank, que é uma métrica que indica as coordenadas do nós na hierarquia da rede
4. os demais nós irão repetir esse processo de seleção do pai e notificação das informações do DODAG para possíveis novos dispositivos
5. roteamento de dados inicia





IA

RPL: tipos de mensagens [2]

- baseadas no ICMPv6 para gerar rotas descendentes, do nó para raiz:
- DIO (DODAG Information Object)
 - mensagens utilizadas para anunciar um DODAG e suas características; usadas na descoberta de DODAGs, formação e manutenção.
- DIS (DODAG Information Solicitation)
 - mensagens utilizadas para descobrir DODAGs na vizinhança e solicitar DIOs de nós vizinhos
- DAO (DODAG Advertisement Object)
 - mensagens usadas no processo de notificação de rotas descendentes: propaga informações de destino ao longo da DODAG
 - contém informações sobre quais prefixos pertencem a qual roteador RPL e quais podem ser alcançados por um roteador RPL
- Rotas descendentes
 - ativadas por meio de mensagens DAO propagadas como unicast por meio dos pais em direção à raiz
 -



IA

Demo-Lab: Teste de conectividade

- Ping IP ou URL
- traceroute:
 - windows: tracert IP ou URL
 - unix: traceroute -I IP ou URL

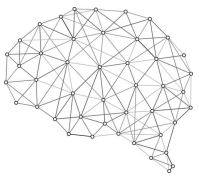


IA

Atv 07 - Laboratório: usando o traceroute

Nesta atividade, você deve acessar o material da plataforma **Cisco NetAcad-> Curso Introdução à Internet das Coisas-> Seção 1.1.2.4 Laboratório - Mapeamento da Internet**

1. **Leia as instruções** do arquivo pdf
 - a. Parte 1 - Testar a conectividade da rede usando ping
 - b. Parte 2 - Rastrear uma rota para um servidor remoto
2. **Registre a saída dos comandos e respostas** das perguntas em um documento de texto.
3. No final, envie o documento de texto na **Atv 07 do classroom**.



IA

Referências Bibliográficas

- [1] J. Kurose, K. Ross. Redes de Computadores e a Internet - Uma abordagem top-down. 8ª ed. Pearson. 2020.
- [2] Bruno Pereira Santos, Lucas Silva, Clayson Celes, João Borges, Bruna Peres, Marcos Vieira, Luiz Filipe Vieira, Antonio Alfredo Ferreira Loureiro. INTERNET DAS COISAS: DA TEORIA À PRÁTICA. Minicurso 1. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos.(SBRC). 2016.
- [3] Cisco NetAcad. Introdução às redes.2018.

Dúvidas?

Módulo de Internet da Coisas



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



Instituto Iracema
PESQUISA E INOVAÇÃO



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

